



⑦1 Anmelder:

Osipov, Avgust Vasil'evič; Kiprijanov, Jurij Ivanovič;  
Polujančenko, Evgenij Kuzmič; Kuchartseva, Larisa  
Georgievna; Fridman, Andrej Viktorovič,  
Moskau/Moskva, Erben des verstorbenen Fridman,  
Viktor Mironovič; Semenov, Vladimir Michajlovič;  
Bobkov, Anatolij Stepanovič; Ušanov, Stanislav  
Konstantinovič, Moskau/Moskva, SU; Toločmanov,  
Aleksandr Ivanovič, Dmitrovgrad, SU; Remizova,  
Nina Borisovna; Sapogova, Natalia Nikolaevna;  
Sapogov, Nikolai Vasil'evič, Moskau/Moskva, Erben  
der verstorbenen Sapogova, Galina Aleksandrovna;  
Černomaz, Tamara Borisovna; Siukaev, Feliks  
Aršakovič; Kabanov, Feliks Ivanovič; Poljakov,  
Anatolij Sergeevič, Moskau/Moskva, SU; Ivanov,  
Valerij Anatol'evič, Novgorod, SU

⑦4 Vertreter:

Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Beetz jun., R., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.; Siegfried, J., Dipl.-Ing.;  
Schmitt-Fumian, W., Privatdozent, Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:

gleich Anmelder

Bibliotheek  
Bur. Ind. Eigendom  
21 APR. 1988

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Durchmischen eines heterogenen Mediums

Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung wird das Medium  
verwirbelt und gleichzeitig periodischen mechanischen  
Schwingungen aus zwei Quellen in Gegenphase mit einer  
Amplitude von 0,5 bis 10 mm ausgesetzt.

Die Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens enthält  
ein Gehäuse (1) mit Einlauf- und Abziehstutzen (2, 3) und ei-  
nen Behälter (4), in dem zumindest zwei Stangen (5, 6) mit  
Rührelementen angeordnet sind. Am Gehäuse (1) ist ein  
elektromagnetischer Vibrator montiert, der zumindest mit  
zwei Spulen (10, 11) mit Ankern (12, 13) versehen ist, die je-  
weils mit den Stangen (5, 6) starr verbunden sind und gegen-  
sinnige Längsbewegungen gewährleisten. Die Spulen (10,  
11) sind gleichachsrig auf einer gemeinsamen Grundplatte  
(14) an gegenüberliegenden Seiten derselben angeordnet  
und gleichsinnig geschaltet.

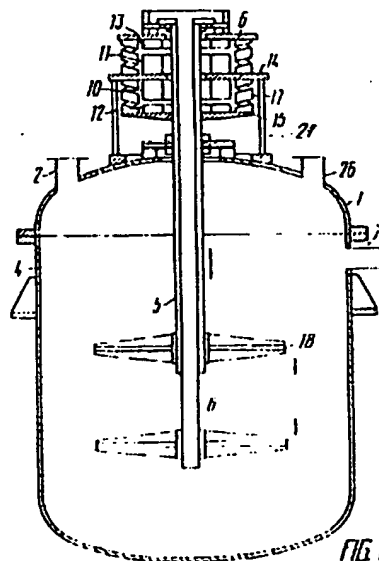


FIG. 1

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Durchmischen eines heterogenen Mediums durch Verwirbeln und Aufprägen periodischer mechanischer Schwingungen, dadurch gekennzeichnet, daß die periodischen mechanischen Schwingungen dem heterogenen Medium von zwei benachbarten Quellen in Gegenphase mit einer Amplitude von 0,5 bis 10,0 mm aufgeprägt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium bis zu einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit verwirbelt wird, die etwa das Ein- bis Vierfache der Absetz- oder Aufschwimmgeschwindigkeit disperser Teilchen beträgt.
3. Vorrichtung zum Durchmischen eines heterogenen Mediums, enthaltend einen Behälter (1) mit Ein- und Auslaßstutzen (2, 3), eine im Behälter (1) angeordnete Stange (5) mit Mischelementen (18), eine Abdichtungseinheit an der Eingangsstelle in den Behälter (1), sowie einen am Behälter (1) montierten elektromagnetischen Vibrator, dessen Anker (12) mit der Stange (5) starr verbunden ist und eine Schwingbewegung in der Längsachse des Behälters (1) ausführt, dadurch gekennzeichnet, daß im Behälter (1) mindestens eine weitere Stange (6) mit Mischelementen (18) angeordnet ist; daß der elektromagnetische Vibrator zumindest eine weitere Spule (11) mit einem mit der weiteren Stange (6) starr verbundenen Anker (13) aufweist und eine Bewegung dieser weiteren Stange (6) in Gegenrichtung der Stange (5) gewährleistet und daß die Spulen (10, 11) gleichachsrig auf den gegenüberliegenden Seiten einer gemeinsamen Grundplatte (14) angeordnet und gleichsinnig geschaltet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Stangen (5) hohl ist und beide Stangen (5, 6) im Behälter (1) coaxial angeordnet sind, wobei die innere Stange (6) über die äußere Stange (5) hervorragt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei von drei Stangen (7, 8, 9) im Behälter (1) an gegenüberliegenden Seiten der mittleren Stange (8) angeordnet und mit dem Anker (13) starr verbunden sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß an den Stangen (7, 8, 9) Schaumlöscheiben (20) starr befestigt sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abdichtungseinheit zumindest ein elastisches Element (22) vorgesehen ist, das in Gestalt einer Kreisscheibe mit bogenförmigen konzentrisch angeordneten Schlitzten (25) ausgebildet und mit Öffnungen versehen ist, durch die Stangen abgedichtet geführt sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abdichtungseinheit zwei elastische Kreisscheiben (22) unter Zwischenlage eines elastisch verformbaren Dichtelements (21) mit relativ zueinander versetzten Schlitzten (25) übereinander angeordnet sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischelemente Lochscheiben (18) sind, in denen kegelförmige hohle Aufsätze (19) eingebaut sind, die mit ihrer kleineren Grundfläche über die Scheibe (18) vorstehen und je einen sich zur kleineren Grundfläche verjüngenden Durchflußraum mit bogenförmigen Innenwänden aufweisen.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die an der mittleren Stange (8) starr befestigten Lochscheiben (18) Bohrungen für den freien Durchgang der beiden seitlichen Stangen (7 und 9) aufweisen.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochscheiben (18) über Muffen verstellbar an ihrer jeweiligen Stange montiert sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die den Vibrator tragende Grundplatte (14) über ein Gestell (27) mit vertikalem Zwischenabstand auf der Stirnwand des Behälters (1) starr montiert ist.

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Durchmischen eines heterogenen Mediums und kann in der chemischen Industrie beispielsweise bei der Mineraldüngerproduktion, in der mikrobiologischen Industrie für die Herstellung von Fermentpräparaten, in der erdölchemischen, medizinischen und anderen Industriezweigen Anwendung finden.

Aus der Veröffentlichung F. Streng, "Mischen und Rührwerksapparate", Leningrad, Verlag 'Khimia', 1975, S. 384 sind Einrichtungen zum Durchmischen von heterogenen Medien, z. B. Rührwerke, bekannt, die ein Gehäuse mit Einlauf- und Abziehstutzen, in dem ein Rührwerk an einer darin angeordneten Welle vorgesehen ist, aufweisen. Die Welle wird über ein Getriebe von einem Elektromotor angetrieben. An der Eingangsstelle der Welle in das Gehäuse ist eine Gleitringdichtung oder eine Stopfbuchse vorhanden.

Derartige Rührwerke können aber die häufig notwendige Geschwindigkeit des Wärme- und Stofftransports in heterogenen Medien nicht gewährleisten und sind energieaufwendig.

Wegen der unzureichenden Prozeßgeschwindigkeit ist auch die spezifische Arbeitsleistung dieser Rührwerke gering. Ferner begrenzen die störanfälligen Baugruppen und Einzelteile, wie Getriebe, Gleitringdichtung bzw. Dichtung mit Stopfbuchse die Betriebszuverlässigkeit und Lebensdauer. Außerdem gewährleisten diese Apparate keine Dichtigkeit und Sterilität der durchgeführten Prozesse, was ihre Einsatzmöglichkeiten in der Industrie einschränkt.

Ferner ist aus dem SU-Erfinderschein 5 08 400 ein Verfahren zum Durchmischen eines heterogenen Mediums bekannt, bei dem das Medium verwirbelt und periodischen mechanischen Schwingungen verschiedener Frequenz ausgesetzt wird. Auch dieses Verfahren gewährleistet keine ausreichend hohe Geschwindigkeit des

Wärme- und Stofftransports durch die Phasengrenzfläche und ist mit einem hohen Energieaufwand für das Mischen verbunden.

Bekannt ist schließlich ein Vibrationsextraktor (SU-Erfinderschein 697 139), in dessen Gehäuse mit Ein- und Abziebstutzen sich ein Behälter befindet, in dem eine Stange mit Scheiben angebracht ist, die mit einem Schwingantrieb verbunden und mit einem Dispergator ausgestattet ist. Die Stange wird durch den Schwingantrieb in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt, die ein Durchmischen eines heterogenen Mediums bewirkt. Da sämtliche Scheiben an einer Stange befestigt sind, geschieht das Aufprägen der Schwingbewegungen durch diese Scheiben auf das heterogene Medium in einer Phase. Daher werden auf das Gehäuse des Vibrationsextraktors über das heterogene Medium dynamische Kräfte übertragen, die eine starke Vibration desselben herbeiführen. Im Zwischenraum zwischen zwei benachbarten Scheiben entstehen im heterogenen Medium eine Druck- und eine Unterdruckzone, die sich gegenseitig abschwächen und durch die die Geschwindigkeit des Wärme- und Stofftransports im heterogenen Medium verringert wird.

Eine andere bekannte Vorrichtung zum Durchmischen eines heterogenen Mediums (SU-Erfinderschein 401 385) enthält ein Gehäuse mit Ein- und Abziebstutzen und einem Behälter, in dem eine Stange mit Rührerelementen angebracht ist, an dessen Eingangsstelle in das Gehäuse eine Abdichtungseinheit vorhanden ist. Die Rührerelemente sind in Form von Stäben mit einem konvex-konkaven Profil ausgebildet. Am Gehäuse ist ein elektromagnetischer Vibrator montiert, dessen Anker mit der Stange starr verbunden ist und ihre Bewegung in der Gehäuseachse bewirkt. Der Anker und die mit ihm verbundene Stange mit den Rührerelementen führt unter der Einwirkung eines elektromagnetischen Wechselfeldes hin- und hergehende Bewegungen mit der vorgeschriebenen Frequenz aus, die eine Verwirbelung des heterogenen Mediums und ein Aufprägen periodischer mechanischer Schwingungen auf dasselbe in einer Phase herbeiführt. Es werden ungenügende Geschwindigkeiten des Wärme- und Massentransports infolge der Aufprägung von Schwingungen auf das heterogene Medium in einer Phase erreicht und ungünstige Bedingungen zum Homogenisieren des heterogenen Mediums im Behälter geschaffen. Im Betrieb ist die Vorrichtung starken Vibrationen ausgesetzt und die vorhandene Abdichtungseinheit schützt den Innenraum des Vibrators nicht gegen Eindringen von Gasen und Dämpfen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Durchmischen eines heterogenen Mediums durch Verwirbelung des Mediums und Aufprägung periodischer mechanischer Schwingungen auf das heterogene Medium sowie eine entsprechende Vorrichtung mit zusätzlichen Elementen im elektromagnetischen Vibrator zu schaffen, die den Prozeß des Wärme- und Stofftransports beschleunigen und den Energieaufwand bei einer wesentlichen Verminderung der Vibration des Einrichtungsgehäuses senken.

Diese Aufgabe wird mit Hilfe eines Verfahrens zum Durchmischen eines heterogenen Mediums durch eine Verwirbelung desselben und Aufprägen periodischer mechanischer Schwingungen auf das heterogene Medium gelöst, indem erfindungsgemäß das Aufprägen periodischer mechanischer Schwingungen auf das heterogene Medium von zwei benachbarten Quellen in Gegenphase mit einer Amplitude von 0,5 bis 10 mm erfolgt.

Unter Einwirkung intensiver mechanischer Schwingungen entsteht im heterogenen Medium bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein physikalischer Effekt, der vom Erfinder mit "Steigerung der relativen Bewegungsgeschwindigkeit von dispersen Teilchen in Flüssigkeiten durch die Vibration" bezeichnet wird. Dieser Effekt wird erfindungsgemäß optimal ausgenutzt und trägt dazu bei, daß die Prozesse des Stoff- und Wärmetransports durch die Phasengrenzfläche intensiviert und die dispersen Teilchen in der Vorrichtung gleichmäßig verteilt werden. Die Intensivierung des Durchmischvorgangs gewährleistet eine vollständigere Ausnutzung des Ausgangsstoffes, eine Verbesserung der Qualität des hergestellten Produktes sowie eine beträchtliche Verringerung des Energieaufwandes.

Zweckmäßigerweise wird zur Intensivierung des Durchmischvorgangs die Verwirbelung des heterogenen Mediums bis zu einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit durchgeführt, die ein Ein- bis Vierfaches der Absetz- oder der Aufschwimmgeschwindigkeit von dispersen Teilchen beträgt.

Die Vorrichtung zum Durchmischen heterogener Medien enthält ein Gehäuse mit Ein- und Abziebstutzen, in dem sich ein Behälter befindet, in dem eine Stange mit Rührerelementen angebracht ist, an dessen Eingangsstelle in das Gehäuse eine Abdichtungseinheit vorhanden ist, sowie einen elektromagnetischen Vibrator, der am Gehäuse montiert ist, eine Spule mit einem Anker enthält, der mit der erwähnten Stange starr verbunden ist und eine Bewegung desselben entlang der Längsachse des Gehäuses bewirkt. Erfindungsgemäß ist im Behälter zumindest eine weitere Stange mit Rührerelementen angebracht und der elektromagnetische Vibrator enthält eine weitere Spule mit einem Anker, der mit der zweiten Stange starr verbunden ist und eine Bewegung desselben in der zur Bewegung der ersten Stange entgegengesetzten Richtung gewährleistet, wobei die Spulen gleichachsig auf einer gemeinsamen Grundplatte auf den entgegengesetzten Seiten derselben angebracht und gleichsinnig geschaltet sind.

Diese konstruktive Ausführung der Einrichtung gestattet es, praktisch beliebige Schwingungsgeschwindigkeiten und Beschleunigungen zu realisieren, die zur Intensivierung technologischer Prozesse erforderlich sind, wobei sog. schädliche Vibrationen völlig ausgeschlossen sind. Also hat diese Einrichtung eine höhere spezifische Arbeitsleistung. Außerdem ist sie zuverlässiger im Betrieb, weil keine drehenden und reibenden Bauteile und -gruppen in derselben vorhanden sind.

Zweckmäßig enthält die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Intensivierung des Durchmischvorgangs zwei im Behälter gleichachsig angeordnete Stangen, von denen die eine hohl ausgebildet ist, werden drei Stangen eingesetzt, dann sind zwei im Behälter an verschiedenen Seiten der ersten Stange angeordnet und mit dem zweiten Anker starr verbunden.

Zur Durchführung von unter Schaumbildungsbedingungen ablaufenden Prozessen wird die Einrichtung zweckmäßigerweise mit an den Stangen starr befestigten Schaumlöschscheiben ausgestattet.

Zur Sicherung eines zuverlässigen luftdichten Abschlusses des Arbeitsbehälters enthält die Abdichtungseinheit zumindest ein elastisches Element in Gestalt einer runden Platte mit durchgehenden, bogenförmigen,

konzentrisch angeordneten Schlitten, in deren Öffnungen die Stangen geführt sind.

Zum zuverlässigen luftdichten Abschluß des Arbeitsbehälters bei hohen Druckwerten sind in der Abdichtungseinheit zwei elastische Elemente in Form runder Platten vorgesehen, die so befestigt sind, daß die Schlitzte relativ zueinander versetzt sind.

- 5 Zur Intensivierung des Durchmischungsvorgangs sollte das Rührelement eine Scheibe sein, in deren Körper Aufsätze angebaut sind, von denen jeder die Form eines Kegelstumpfes aufweist, der mit seiner kleineren Grundfläche über die Scheibe vorsteht.

Erfindungsgemäß wird das Medium zur Gewährleistung optimaler Homogenisierungsbedingungen verwirbelt, wobei feste Teilchen dank einer fortschreitenden Flüssigkeitsbewegung in einen Fließzustand übergeführt werden.

10 Gleichzeitig werden auf die fortschreitend strömende Flüssigkeit periodische mechanische Schwingungen von zwei benachbarten Quellen in Gegenphase mit einer Amplitude von 0,5 bis 10 mm aufgeprägt. Diese Schwingungen rufen schwingende Bewegungen der Flüssigkeitsteilchen hervor. Bei der schwingenden Bewegung der Flüssigkeit, die feste Teilchen mit einer sich von der Flüssigkeitsdichte unterscheidenden Dichte enthält, entsteht  
15 infolge der vorhandenen Trägheitskräfte eine Bewegung der Teilchen relativ zu der Flüssigkeit. Die Bewegung der Teilchen relativ zu der Flüssigkeit beschleunigt die konvektive Diffusion durch die Phasengrenzfläche, d. h. die Prozesse des Wärme- und Stofftransports werden intensiviert.

Die schwingende Bewegung von Tropfen und Blasen in einem turbulenten Strom ist der im vorstehenden beschriebenen ähnlich.

20 Das Aufprägen der Schwingungen mit einer Amplitude unter 0,5 mm, gewährleistet keine ausreichende Homogenisierung des heterogenen Mediums, und bei Amplituden über 10 mm wird der Energieaufwand bei geringfügiger Beschleunigung des Durchmischungsprozesses erhöht.

Im vorliegenden Fall wird der von den Erfindern festgestellte Effekt "der Steigerung der relativen Bewegungsgeschwindigkeit der dispersen Teilchen in der Flüssigkeit durch die Vibration" optimal ausgenutzt. Das Auftreten dieses Effektes gewährleistet eine Intensivierung der Prozesse des Wärme- und Stofftransports bei einem  
25 minimalen Energieaufwand.

Das Aufprägen der mechanischen Schwingungen trägt dazu bei, daß die Verwirbelung des heterogenen Mediums mit einem minimalen Energieaufwand erfolgt. Diese Verwirbelung kann bis zur Erzielung einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit erfolgen, die das Ein- bis Vierfache der Absetz- oder Aufschwimmgeschwindigkeit der dispersen Teilchen beträgt.

30 Nachstehend werden konkrete Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben:

#### Beispiel 1

35 In einem Apparat mit einem Volumen von 1 m<sup>3</sup> wird die elektrochemische Reduktion von Kupfer in einer schwefelsauren Lösung mittels Zinkstaub bei folgenden physikalischen Kennwerten des zu mischenden heterogenen Mediums durchgeführt: Flüssigkeitsdichte — 1000 kg/m<sup>3</sup>, Flüssigkeitszähigkeit — 10<sup>-3</sup> kg/(ms), Dichte der festen Teilchen — 2000 kg/m<sup>3</sup>, Korngröße der Teilchen — 0,1 mm. Die Verwirbelung und die Aufprägung mechanischer Schwingungen erfolgen mit Hilfe gelochter Scheiben. Jedes Scheibenpaar führt Schwingbewegungen in Gegenphase aus.

40 In der Tabelle 1 sind technologische Kennwerte des erfindungsgemäßen Verfahrens und des Verfahrens nach dem SU-Erfinderschein 508 400 gegenübergestellt.

Tabelle 1

Kennwerte	Verfahren gemäß der Erfindung 2	gemäß SU-Erfinder- schein 5 08 400 3
1		
50 Scheibenschwingungsfrequenz, Hz	50	8
Scheibenschwingungsamplitude, mm	2	30
Scheibenleistungsaufnahme, kW	1	4
55 Teilchenabsetzgeschwindigkeit, m/s	0,1	0,1
mittlere Strömungsgeschwindigkeit, m/s	0,35	1,16
Prozeßgeschwindigkeit, kg/(m <sup>3</sup> s)	16,7 · 10 <sup>-3</sup>	16,5 · 10 <sup>-3</sup>
spezifischer Energieverbrauch für die Kupferreduktion, J/kg	0,6 · 10 <sup>6</sup>	2,4 · 10 <sup>6</sup>

#### Beispiel 2

60 In einem Apparat mit einem Volumen von 1 m<sup>3</sup> wird die Oxidation einer wäßrigen Natriumsulfidlösung durch Luftsauerstoff mit folgenden physikalischen Kennwerten des zu mischenden heterogenen Mediums durchgeführt: Flüssigkeitsdichte — 1000 kg/m<sup>3</sup>, Flüssigkeitszähigkeit — 10<sup>-3</sup> kg/(ms), Luftdichte — 1,29 kg/m<sup>3</sup>.

Die Verwirbelung des heterogenen Mediums erfolgt durch Druckluftzufuhr über einen Druckmischer, und das Aufprägen periodischer mechanischer Schwingungen geschieht mittels gelochter Scheiben. Jedes Scheibenpaar führt Schwingbewegungen in Gegenphase aus.

In der Tabelle 2 sind die technologischen Kennwerte des erfindungsgemäßen Verfahrens und des gemäß dem SU-Erfinderschein 5 08 400 durchgeführten Verfahrens gegenübergestellt.

Tabelle 2

Kennwerte	Verfahren gemäß der Erfindung	gemäß SU-Erfinder- schein 5 08 400	
1	2	3	
Schwingungsfrequenz, Hz	10	8	
Schwingungsamplitude, mm	10	30	
Scheibenleistungsaufnahme, kW	0,7	3,5	
Luftverbrauch, m <sup>3</sup> /s	$1,66 \cdot 10^{-2}$	$1,66 \cdot 10^{-2}$	
Blasenaufschwimmgeschwindigkeit, m/s	0,19	0,19	15
mittlere Strömungsgeschwindigkeit, m/s	0,58	1,16	
Oxidationsgeschwindigkeit, m <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /(m <sup>3</sup> s)	$23,5 \cdot 10^{-4}$	$23,5 \cdot 10^{-4}$	
spezifischer Energieaufwand für die Oxidation, J/m <sup>3</sup>	$0,5 \cdot 10^6$	$1,48 \cdot 10^6$	

Beispiel 3

In einem Apparat mit einem Volumen von 1 m<sup>3</sup> wird die Oxidation einer wäßrigen Natriumsulfitlösung durch Luftsauerstoff mit folgenden physikalischen Eigenschaften des zu mischenden heterogenen Mediums durchgeführt: Flüssigkeitsdichte — 1000 kg/m<sup>3</sup>, Flüssigkeitszähigkeit — 10<sup>-3</sup> kg/(ms), Luftdichte — 1,29 kg/m<sup>3</sup>. Die Verwirbelung des zu mischenden Mediums erfolgt durch Druckluftzufuhr über einen Druckmischer, und das Aufprägen periodischer mechanischer Schwingungen geschieht mittels gelochter Scheiben. Jedes Scheibenpaar führt Schwingbewegungen in Gegenphase aus.

In der Tabelle 3 sind die Kennwerte des erfindungsgemäßen Verfahrens und des nach dem SU-Erfinderschein 5 08 400 durchgeführten Verfahrens gegenübergestellt.

Tabelle 3

Kennwerte	Verfahren gemäß der Erfindung	gemäß SU-Erfinder- schein 5 08 400	
1	2	3	
Schwingungsfrequenz, Hz	600	8	
Schwingungsamplitude, mm	0,5	30	
Scheibenleistungsaufnahme, kW	1,2	3,5	
Luftverbrauch, m <sup>3</sup> /s	$1,66 \cdot 10^{-2}$	$1,66 \cdot 10^{-2}$	
Blasenaufschwimmgeschwindigkeit, m/s	0,19	0,19	
mittlere Strömungsgeschwindigkeit, m/s	0,70	1,16	
Oxidationsgeschwindigkeit, m <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> s	$23,5 \cdot 10^{-4}$	$23,5 \cdot 10^{-4}$	45
spezifischer Energieverbrauch für die Oxidation, J/m <sup>3</sup>	$0,5 \cdot 10^6$	$1,48 \cdot 10^6$	

Im folgenden wird eine Vorrichtung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann. Es zeigt:

Fig. 1 schematisch im Längsschnitt eine Vorrichtung zum Durchmischen eines heterogenen Mediums mit zwei Stangen;

Fig. 2 eine andere Ausführung der Vorrichtung im Längsschnitt;

Fig. 3 einen Scheibenaufsatz im Längsschnitt in größerem Maßstab;

Fig. 4 eine Abdichtungseinheit im Längsschnitt in größerem Maßstab;

Fig. 5 ein elastisches Element in Draufsicht in größerem Maßstab.

Die Vorrichtung zum Durchmischen eines heterogenen Mediums nach Fig. 1 enthält ein Gehäuse 1 mit einem Stutzen 2 zum Einführen und einem Stutzen 3 zum Herausführen der Phasen. Im Gehäuse-Innenraum 4 sind zwei Stangen, 5, 6 gleichachsig zentral angeordnet, von denen die eine Stange 5 hohl ist und die Stange 6 umgibt. Die Anzahl der Stangen mit daran befestigten Rührlementen ist durch die Kennwerte des Durchmischungsprozesses bedingt. Die Vorrichtung mit den beiden Stangen 5, 6 hat in der Regel ein relativ kleines Arbeitsvolumen 4 und ist für den Einsatz in Labors und kleinen Werkabteilungen ausgelegt.

Die in Fig. 2 dargestellte Vorrichtung mit relativ großem Arbeitsvolumen 4 hat drei Stangen 7, 8, 9, von denen zwei — 7, 9 — an verschiedenen Seiten der Stange 8 liegen. Diese Vorrichtung ist zum Einsatz in Großbetrieben geeignet.

Am Gehäuse 1 ist ein elektromagnetischer Vibrator montiert, der zumindest zwei Spulen 10, 11 mit Ankern 12, 13 enthält. Die Spulen 10, 11 sind auf einer gemeinsamen Grundplatte 14 an gegenüberliegenden Seiten derselben gleichachsig angeordnet und gleichsinnig geschaltet. Die Spulenzahl bestimmt die Leistung des

elektromagnetischen Vibrators, die je nach der erforderlichen Mischintensität gewählt wird. Bei kleinen Geräten werden in der Regel zwei Spulen 10, 11 eingesetzt. Der Anker 12 ist auf einer Montageplatte 15, der Anker 13 aber auf einer Montageplatte 16 starr befestigt. Zwischen den Platten 15, 16 und der gemeinsamen Grundplatte 14 sind elastische Elemente, beispielsweise Federn 17, vorgesehen.

Der Anker 12 ist über die Montageplatte 15 mit der Stange 5 zur Sicherstellung ihrer Bewegung in der Achse des Gehäuses 1 starr verbunden. Der Anker 13 ist über die Montageplatte 16 mit der Stange 6 zur Sicherstellung der Bewegung entlang der Gehäuseachse in der zur Bewegung der Stange 5 entgegengesetzten Richtung starr verbunden. Gemäß Fig. 2 kann der Anker 13 über die Montageplatte 16 gleichzeitig mit zwei Stangen 7, 9 zur Sicherstellung ihrer Bewegung entlang der Achse des Gehäuses 1 in der zur Bewegung der Stange 8 entgegengesetzten Richtung starr verbunden sein. Dies ermöglicht es, den Durchmischungsprozeß des heterogenen Mediums zu beschleunigen und die spezifische Arbeitsleistung der Vorrichtung zu erhöhen. Die Stangen 7, 8, 9 sind mit Rührelementen in Gestalt von gelochten Scheiben 18 starr verbunden. Zur Intensivierung des Durchmischungsprozesses des heterogenen Mediums können die im Körper der Scheiben 18 vorhandenen Lochungen Aufsätze 19 eingebaut sein. Jeder Aufsatz 19 (Fig. 3) hat die Form eines Kegelstumpfes, der mit seiner kleineren Grundfläche über die Scheibe 18 vorsteht.

Die erfindungsgemäße Einrichtung kann mit Erfolg in Schaum bildenden Prozessen, beispielsweise in der Mikrobiologie, angewendet werden. Hierzu sind die Stangen 7, 8, 9 bei der Vorrichtung nach Fig. 2 über dem heterogenen Medium in der Schaumzone mit einem Paar von gelochten Scheiben 20 ausgestattet. Der Schaum wird dank der Berührung mit der vibrierenden Oberfläche der Scheibe 20 und dem Zusammendrücken desselben zwischen den Scheiben zerstört.

An der Eingangsstelle der Stangen in das Gehäuse ist eine in Fig. 4 dargestellte Abdichtungseinheit vorhanden, die eine obere Kappe sowie zwei durchgehende elastische Dichtelemente 21 und zwei elastische Elemente 22 mit Bogenschlitzen 25 (Fig. 5) enthält. Diese Elemente sorgen für einen luftdichten Abschluß des Gehäuses 1. Jedes elastische Dichtelement 21 besteht aus Fluoroplast, Gummi oder Metall, je nach den technologischen Erfordernissen, und wird an das Gehäuse 1 und die Stange 5 durch das benachbarte elastische Element 22 dicht angedrückt. Die Elemente 21, 22 sind an einem Bund 23 der Stange 5 abgestützt und durch eine Mutter 24 über eine Buchse von oben festgezogen. Die hermetische Abdichtung der Stangen 7, 8, 9 nach Fig. 2 ist ähnlich. Das elastische Element 22 besteht aus Federstahl in Gestalt einer Kreisscheibe mit bogenförmigen, konzentrisch angeordneten Schlitzen 25 (Fig. 5), die elastische Verformungen und Relativbewegungen des Mittelteils gegenüber seinem peripheren Teil in der vertikalen Richtung ermöglichen. Jedes elastische Element 22 hat eine gewisse Steifigkeit, die durch Vorsehen von mehreren dieser Elemente 22 an den Überdruck im Behälter 4 des Gehäuses 1 angepaßt werden kann. Zwischen jedem Paar elastischer Elemente 22 ist ein scheibenförmiges Dichtelement 21 angeordnet. Sind in der Abdichtungseinheit mehrere elastische Elemente 22 vorhanden, so liegen die Schlitze 25 des einen elastischen Elementes in bezug auf die Schlitze 25 des anderen versetzt, was auch bei erheblichen Druckwerten im Arbeitsbehälter 4 einen zuverlässigen luftdichten Abschluß und eine dichte Durchführung der Stangen 5 bzw. 6 bis 8 gewährleistet. Am Gehäuse 1 kann ein Stutzen 26 zum Abführen des während der Durchmischung anfallenden Gases vorgesehen sein.

Die Einrichtung arbeitet auf folgende Weise. Der Innenraum 4 des Gehäuses 1 wird mit einem heterogenen Medium über den Stutzen 2 gefüllt. Den gleichsinnig geschalteten Spulen 10, 11 des Vibrators wird eine pulsierende Wechselspannung aus dem Netz zugeführt. Hierbei erzeugt der in der Wicklung fließende Strom eine pulsierende Kraft der gegenseitigen Anziehung der Anker 12, 13 und jeweils der Spulen 10, 11, wodurch ihre Annäherung und eine Deformation der Federn 17 bewirkt wird. Der Rücklauf erfolgt dank der von den Federn 17 bei deren Hinlauf aufgespeicherten potentiellen Energie. Im weiteren wiederholt sich der Zyklus. Jedoch bewegen sich bei abgestimmtem (in gleicher Phase erfolgendem) Betrieb die Anker 12, 13 des elektromagnetischen Vibrators in entgegengesetzten Richtungen, was durch die Anordnung der Spulen 10, 11 bedingt ist. Der Anker 12 gewährleistet eine Bewegung der mit ihm starr verbundenen Stange 5 oder 8 mit den Rührscheiben 18 entlang des Gehäuses 1, der Anker 13 eine Bewegung der Stange 6 oder der Stangen 7, 9 mit den Rührelementen 18 — in der zur Bewegung der Stange 5 oder 8 entgegengesetzten Richtung. Die Scheiben 18 führen eine hin- und hergehende Bewegung aus. Die Scheiben 18 erteilen dabei dem heterogenen Medium eine fortschreitende und eine schwingende Bewegung, wodurch der Strom verwirbelt wird. Die gemittelte Strömungsgeschwindigkeit wird auf einen Wert gebracht, der das Ein- bis Vierfache der Absetz- oder der Aufschwimmgeschwindigkeit der dispersen Teilchen beträgt.

Gleichzeitig findet eine Aufprägung periodischer mechanischer Schwingungen mit einer Amplitude von 0,5 bis 10 mm statt.

Bei gleichen Massen der an den Ankern angebrachten Teile sowie bei gleichen Widerständen, die die Scheiben 18 bei ihrer Bewegung durch die Flüssigkeit erfahren (praktisch ist eben dieser Fall von Bedeutung), schwingen die Anker 12, 13 und gemeinsam mit ihnen auch die Scheiben 18 mit gleichen Amplituden in entgegengesetzten Richtungen. Die gemeinsame Grundplatte 14 und die Spulen 10, 11 des elektromagnetischen Vibrators führen dabei keine Schwingbewegungen aus, da die Grundplatte 14 über Holme 27 auf der formsteifen Stirnwand des Behälters 4 außerhalb der elastischen Abdichtungseinheit mit einem vertikalen Zwischenabstand befestigt sind. Diese Bewegungen werden dank der Gleichheit der gegensinnigen elektromagnetischen Kräfte ausgeglichen.

Bei der erfindungsgemäßen Mischvorrichtung schwingen somit nur aktive Massen, nämlich die Anker 12, 13 mit den Stangen 5, 6 oder 7, 8, 9 mit den Lochscheiben 18, und zwar ohne reaktive Massen. Aus diesem Grunde sind das Gewicht und die Abmessungen des elektromagnetischen Vibrators gering und der Deformationsbetrag der Federn 17 entspricht nur den Schwingungsamplituden der aktiven Massen. Daher ist die Lebensdauer der Federn ausreichend hoch und kann mehrere Jahre kontinuierlichen Betriebs erreichen.

Das zu mischende heterogene Medium, das über den Stutzen 2 in den Behälter 4 des Gehäuses 1 gelangt, gerät zunächst in die Wirkungszone des ersten Paares der Rührscheiben 18, die ihre Schwingbewegungen in entgegen-

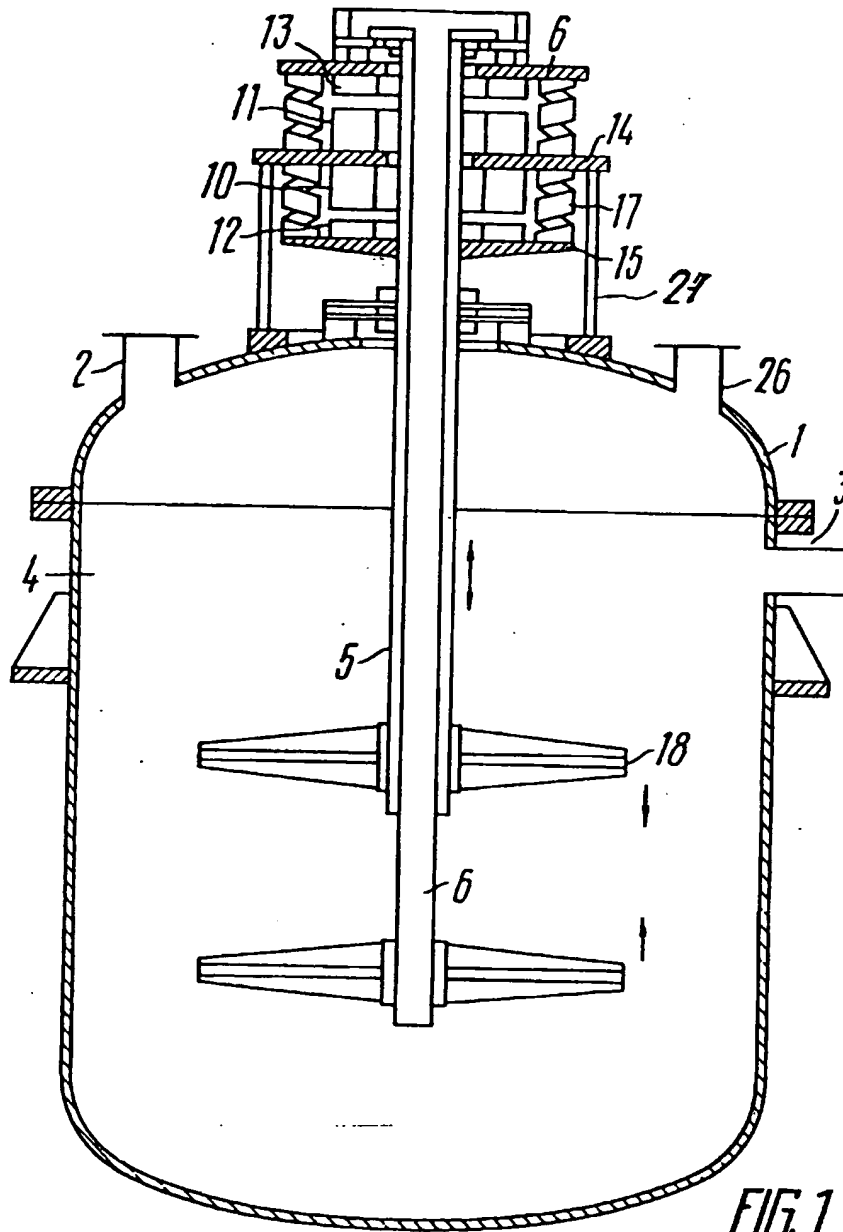
gesetzten Richtungen vollführen. Nach dem mehrmaligen Durchlauf des Umlaufkreises des ersten Paares der Lochscheiben 18 wird das zu mischende Medium allmählich durch das frisch zugeführte Medium verdrängt und gerät in die Wirkungszonen der anderen Paare der Scheiben 18. Nachdem es einen ähnlichen Umlauf in diesen Zonen abgeschlossen hat, wird das heterogene Medium über den Stützen 3 aus dem Behälter 4 des Gehäuses 1 abgeleitet. Die Mischscheiben 18, die in entgegengesetzten Richtungen schwingen, haben erhebliche hydrodynamische Vorteile gegenüber ihrer Funktion mit der Schwingbewegung in einer Richtung (bei Anordnung an nur einer Stange), weil sich dabei die Druckfelder zwischen zwei Scheiben addieren und der Flüssigkeitsdurchsatz durch die Aufsätze 19 der Scheiben 18 größer wird. Eine zusätzliche Intensivierung des Durchmischungsprozesses wird durch die Form der Aufsätze 19 erzielt.

Wenn es beim Mischen zur Schaumbildung kommt, schwimmt der Schaum über die Oberfläche des heterogenen Mediums auf und sammelt sich in der Wirkungszone der Schaumlöscheiben 20. Hierbei baut sich in der Halbperiode, wenn das Paar der Scheiben 20 auseinanderläuft, im zwischen den Scheiben bestehenden Zwischenraum ein Unterdruck gegenüber dem Arbeitsdruck im Gehäuse 1 auf und der Schaum wird dann durch die Lochungen der Scheiben 20 und die Seitenspalte zwischen denselben in den zwischen den Scheiben bestehenden Zwischenraum eingesaugt. Bei Rücklauf der Scheiben 20 in der nächsten Halbperiode nimmt das Volumen des Scheibenzwischenraums umgekehrt ab, und der Schaum wird, indem er zusammengedrückt wird, zerstört. Die Flüssigkeit fließt dann nach unten herab, während das Gas zum Gasableitstutzen 26 strömt. Im weiteren wiederholt sich der Zyklus. Während der Zusammendrückung kann ein Teil des Schaums natürlicherweise durch die Scheibenlochungen und den Seitenspalt wieder herausgepreßt werden. Die Praxis hat aber gezeigt, daß bei schnell ablaufenden Prozessen, zu welchen auch die Schaumlösung mittels Vibrationen gehört, der Volumenanteil des zurückgepreßten Schaums gering ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Durchmischen eines heterogenen Mediums ist dank dem in ihr vorgesehenen elektromagnetischen Vibrator der beschriebenen Konstruktion keinen "schädlichen" Vibrationen ausgesetzt, d. h. dynamisch ausgewuchtet. Ihre spezifische Arbeitsleistung ist beträchtlich höher und ihr Energieaufwand für das Mischen erheblich geringer als bei den Apparaten mit mechanischen Rührwerken.

Die Vorrichtung hat keine drehenden und reibenden Teile oder Baugruppen, benötigt keinen Schmierstoff, hat eine hohe Zuverlässigkeit und benötigt kein Bedienungspersonal. Das Durchmischen verläuft steril unter dichtem Luftabschluß, was auf die vorstehend beschriebene Abdichtungseinheit zurückzuführen ist. Die Elastizität dieser Abdichtungseinheit ist zweckmäßig so gewählt, daß ihre mittleren Abschnitte die Längsbewegungen mitmachen.

3628012





3628012

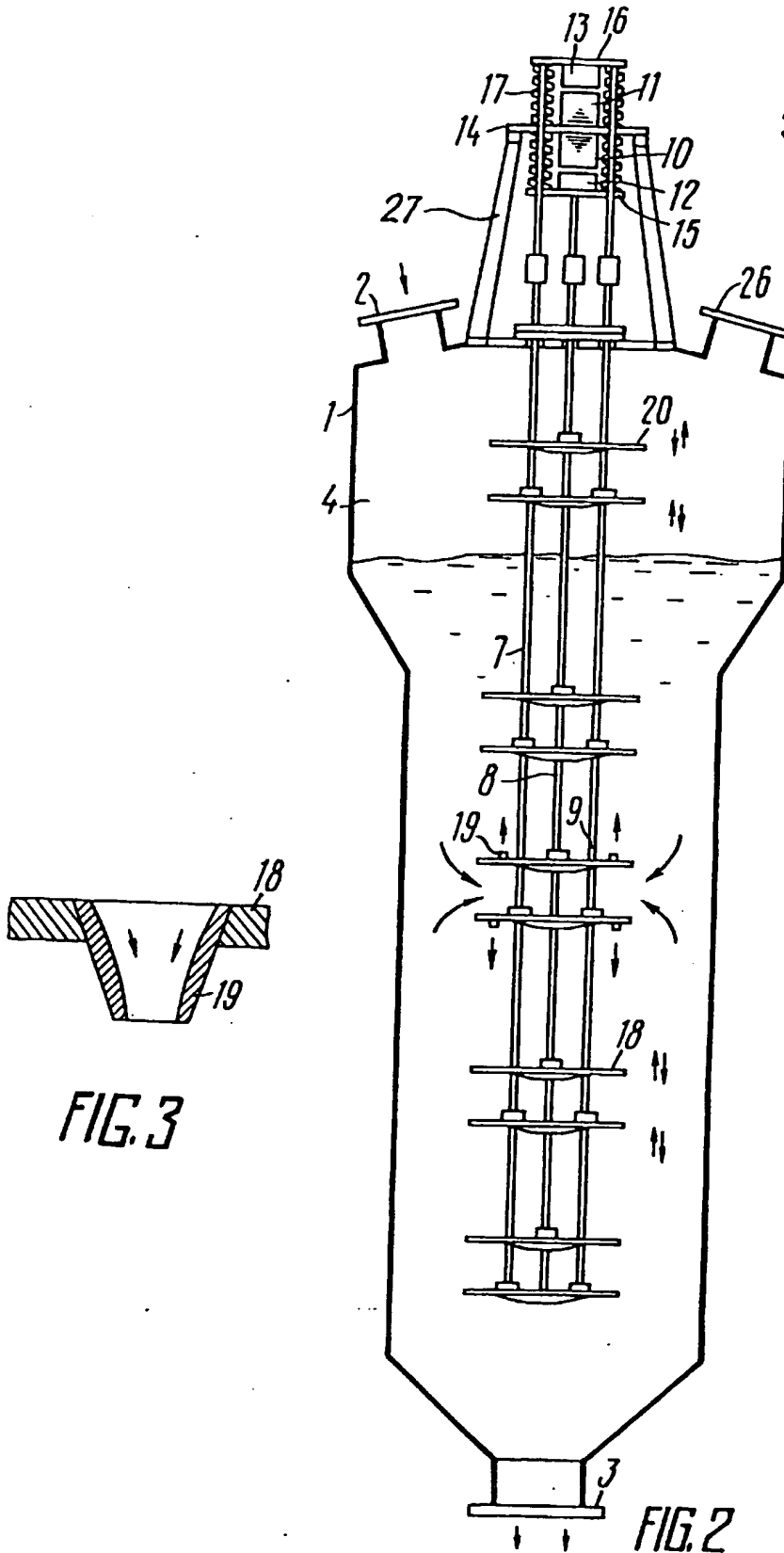


FIG. 3

FIG. 2

3628012

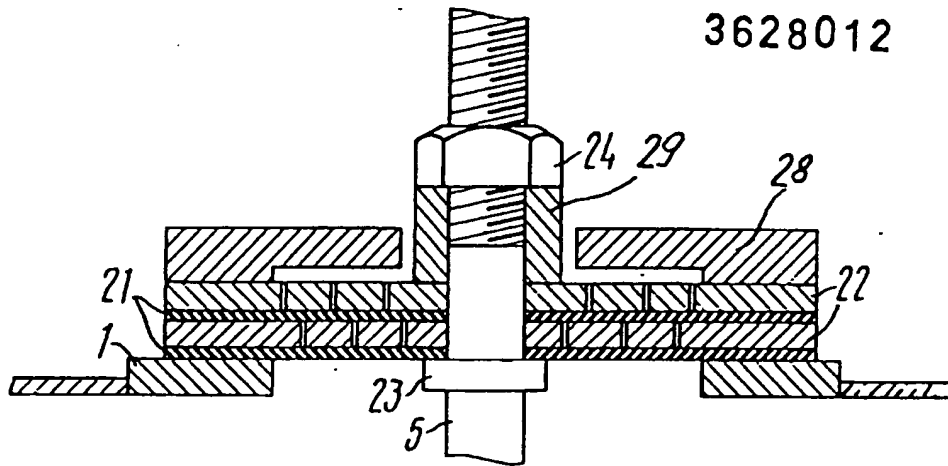


FIG. 4

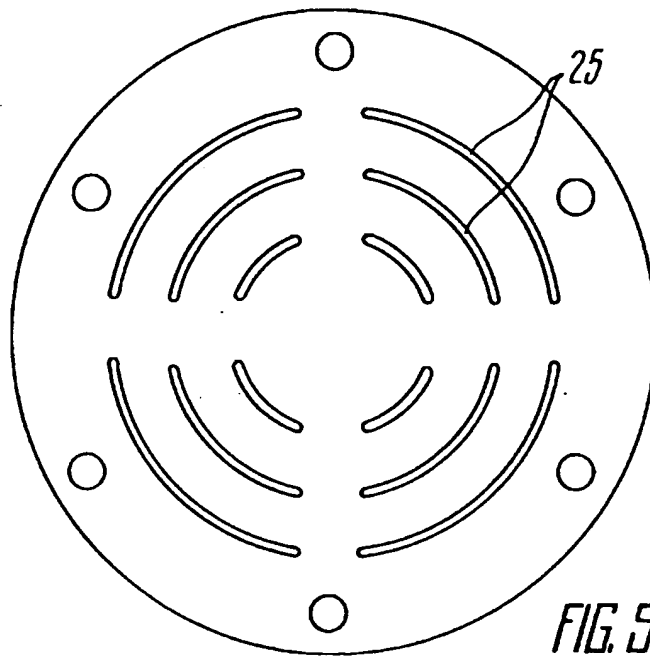


FIG. 5

<b>PUB-NO:</b>	DE003628012A1
<b>DOCUMENT-IDENTIFIER:</b>	DE 3628012 A1
<b>TITLE:</b>	Heterogeneous medium mixer - superimposing periodical mechanical <b>vibrations</b> in antiphase with specified amplitude
<b>PUBN-DATE:</b>	February 25, 1988

<b>INVENTOR-INFORMATION:</b>	
------------------------------	--

NAME	COUNTRY
OSIPOV, AVGUST VASILEVIC	SU
KIPRIJANOV, JURIJ IVANOVIC	SU
POLUJANCENKO, EVGENIJ KUZMIC	SU
KUCHARTSEVA, LARISA GEORGIEVNA	SU
FRIDMAN, ANDREJ VIKTOROVIC	SU
SEменов, VLADIMIR MICHAJLOVIC	SU
BOBKOV, ANATOLIJ STEPANOVIC	SU
USANOV, STANISLAV KONSTANTINOV	SU
TOLOCMANOV, ALEKSANDR IVANOVIC	SU
REMIZOVA, NINA BORISOVNA	SU
SAPOGOVA, NATALIA NIKOLAEVNA	SU
SAPOGOV, NIKOLAI VASILEVIC	SU
CERNOMAZ, TAMARA BORISOVNA	SU
SIUKAEV, FELIKS ARSAKOVIC	SU
KABANOV, FELIKS IVANOVIC	SU
POLJAKOV, ANATOLIJ SERGEEVIC	SU
IVANOV, VALERIJ ANATOLEVIC	SU

<b>ASSIGNEE-INFORMATION:</b>	
------------------------------	--

NAME	COUNTRY
OSIPOV AVGUST VASILEVIC	SU
KIPRIJANOV JURIJ IVANOVIC	SU
POLUJANCENKO EVGENIJ KUZMIC	SU
KUCHARTSEVA LARISA GEORGIEVNA	SU
FRIDMAN ANDREJ VIKTOROVIC	SU

SEменов VLADIMIR MICHAJLOVIC	SU
BOBKOV ANATOLIY STEPANOVIC	SU
USANOV STANISLAV KONSTANTINOV	SU
TOLOCMANOV ALEKSANDR IVANOVIC	SU
REMIZOVA NINA BORISOVNA	SU
SAPOGOVA NATALIA NIKOLAEVNA	SU
SAPOGOV NIKOLAI VASILEVIC	SU
CERNOMAZ TAMARA BORISOVNA	SU
SIUKAEV FELIKS ARSAKOVIC	SU
KABANOV FELIKS IVANOVIC	SU
POLJAKOV ANATOLIY SERGEEVIC	SU
IVANOV VALERIY ANATOLEVIC	SU

APPL-NO: DE03628012

APPL-DATE: August 19, 1986

PRIORITY-DATA: DE03628012A (August 19, 1986)

INT-CL (IPC): B01F011/00, B01F011/02, B01F015/00

EUR-CL (EPC): B01F011/00

US-CL-CURRENT: 366/108, 366/165.3

## ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>A method has been devised for mixing a heterogeneous medium by creating a swirling flow and by superimposing periodical mechanical **vibrations**. These **vibrations** are imparted to the heterogeneous medium by two adjoining **vibratory** sources in antiphase with an amplitude of 0.5 to 10 mm. The appts. comprises a tank, has an inlet and an outlet for the phases. A rod and a coaxial hollow rod carrying stirring discs in the interior. An electromagnetic **vibrator** comprises two coils with armatures. The coils are mounted on a common base **plate** and the armatures are fixed to mounting **plates** separated by springs. Any gas is extracted through the pipe.

USE/ADVANTAGE - For the mineral fertiliser production in the chemical industry, for the production of ferment preparations in the microbiological industry, and in the petrochemical and medicinal branches. This accelerates the process of heat and mass transfer and reduces the overall energy consumption.